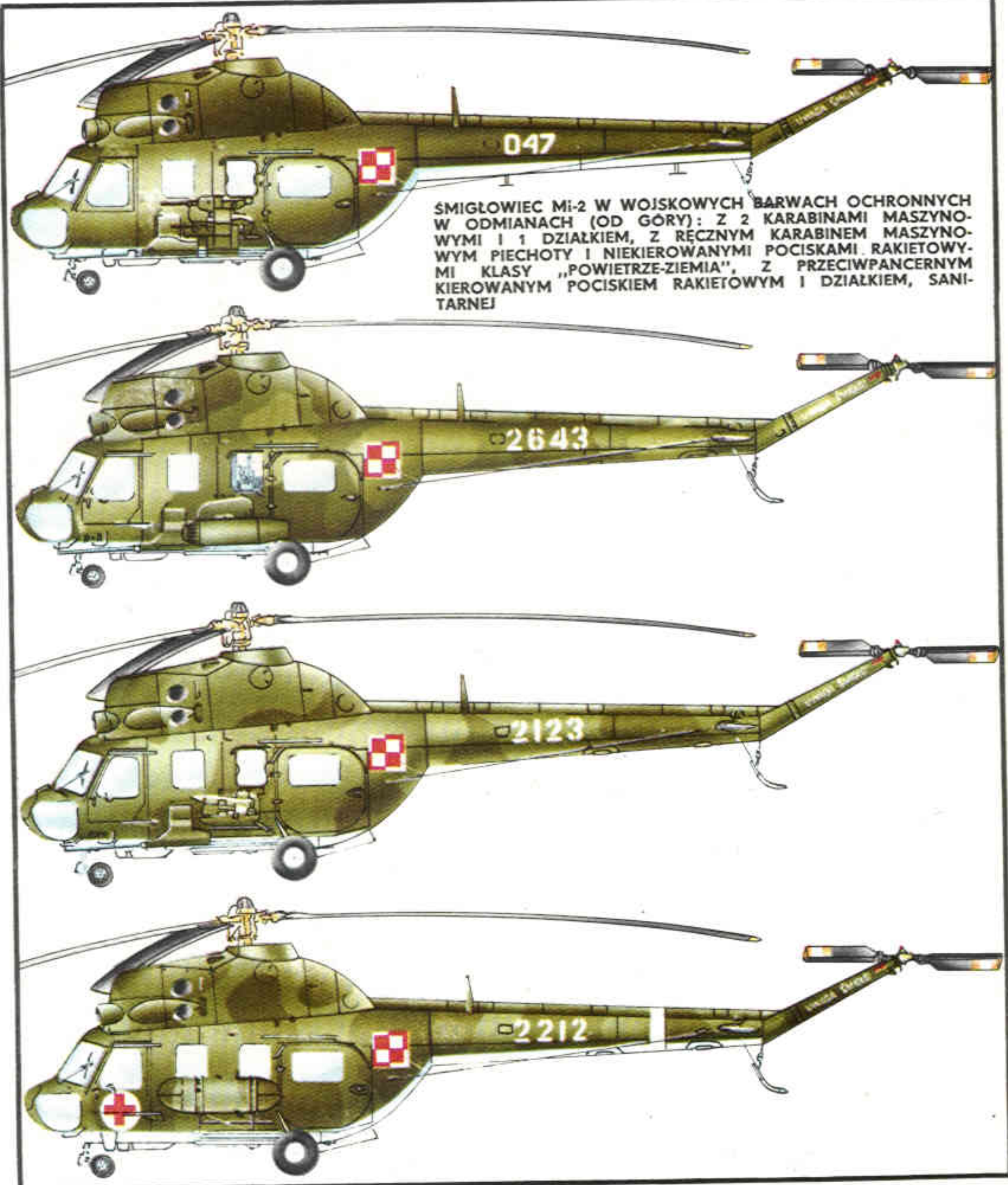
JERZY GRZEGORZEWSKI

ŚMIGŁOWIEC Mi-2



WYDAWNICTWO MINISTERSTWA OBRONY NARODOWEJ



ŚMIGŁOWIEC Mi-2 W WOJSKOWYCH BARWACH OCHRONNYCH W ODMIANACH (OD GÓRY): Z 2 KARABINAMI MASZYNOWYMI I 1 DZIAŁKIEM, Z RĘCZNYM KARABINEM MASZYNOWYM PIECHOTY I NIEKIEROWANYMI POCISKAMI RAKIETOWYMI KLASY „POWIETRZE-ZIEMIA", Z PRZECIWPANCERNYM KIEROWANYM POCISKIEM RAKIETOWYM I DZIAŁKIEM, SANITARNEJ

Opiniodawca:
Mgr inż. ADOLF GOŁOŚ
Redaktor:
JERZY DOMAŃSKI
Tablice kolorowe:
JULIAN MALEJKO
Zdjęcie na okładce:
JERZY AMERSKI
Opracowanie graficzne:
ZYGMUNT SŁONIEWSKI
Opracowanie techniczne:
RENATA WOJCIECHOWSKA

ISBN 83-11-06350-8

Printed in Poland

Wydanie I. Nakład 30 000 + 333 egz. Objętość 2,88 ark. wyd., 1,25 ark. druk. Papier offsetowy III kl. 100 g., format 70 x 100/16 z Fabryki Papieru w Dąbrowicy. Oddano do składania 11.III.1979 r. Druk ukończono w listopadzie 1979 r. Wojskowe Zakłady Graficzne w Warszawie. Zam. nr 492 z dn. 11.05 79 r. C-49

zł 10.—

KONSTRUKTOR ŚMIGŁOWCA Mi-2

Doktor nauk technicznych Michaił Leontjewicz Mil urodził się 22 listopada 1909 r. w Irkucku. Studia na wyższej uczelni rozpoczął w 1926 r. Jeszcze jako student interesował się wiropłatami i brał udział w próbach pierwszego radzieckiego wiatrakowca *KASKR-1* w 1930 r. Po ukończeniu instytutu lotniczego w Nowoczerkasku na Ukrainie rozpoczął w 1931 r. pracę w CAGI (Centralnyj Aerogidrodynamiczeskij Institut — Centralny Instytut Aerohydrodynamiczny) w zakładzie wiropłatów. Zajmował się tam zagadnieniami aerodynamiki, dynamiki i wytrzymałości wiropłatów, konstruował łopaty wirników. Był współkonstruktorem wiatrakowców *A-12* i *A-15*, największych spośród zbudowanych przed wojną w latach 1935—1936. W tym czasie opublikował ponad 30 prac naukowych z dziedziny aerodynamiki i sterowności wiropłatów.

W pierwszym okresie wojny radziecko-niemieckiej Mil znajdował się na froncie jako inżynier Pierwszej Lotniczej Eskadry Wiatrakowców, której zadaniem było korygowanie ognia ciężkiej artylerii oraz nocne loty poza linię frontu. W 1943 r. Mil powraca do CAGI, gdzie kontynuuje działalność naukową w dziedzinie sterowności i stateczności samolotów. Z grupą specja-

Śmigłowiec *Mi-2* w wojskowych barwach ochronnych (fot. J. Amerski)



listów wyjeżdża na front w celu zamontowania na samolotach kompensatorów stateczności, polepszających charakterystyki lotne samolotów. Za działalność naukową i zasługi na froncie został odznaczony wysokimi odznaczeniami państwowymi. W 1943 r. Mil obronił pracę doktorską na temat sterowności samolotu, a w 1945 r. pracę habilitacyjną. W tym czasie w CAGI kierował on laboratorium śmigłowców.

W 1947 r. Mila mianowano głównym konstruktorem powstającego biura konstrukcyjno-doświadczalnego śmigłowców. Pierwszą konstrukcją biura był śmigłowiec *Mi-1*, nad którym prace rozpoczęto pod koniec 1947 r. Jesienią 1948 r. zakończono budowę prototypu, którego próby odbyły się w sierpniu następnego roku. Pod koniec 1949 r. śmigłowiec przeszedł próby państwowe. Był produkowany w dużych ilościach w Związku Radzieckim i pod oznaczeniem *SM-1* w Polsce. Następnie powstały śmigłowce *Mi-4*, *Mi-6* oraz *Mi-8*. W 1961 r. biuro opracowało dwusilnikowy lekki śmigłowiec wielozadaniowy *Mi-2* o napędzie turbinowym.

Przedwczesna śmierć przerwała twórczą działalność Mila. Zmarł w styczniu 1970 r. w wieku 60 lat. Pozostawił po sobie bogaty dorobek konstrukcyjny i naukowy, w postaci m.in. ponad 100 prac naukowych. Był profesorem Moskiewskiego Instytutu Lotniczego. Z zespołem swoich współpracowników napisał dwutomową monografię pt. „Wiertoloty. Rasczot i projektirowanije", która przez wiele lat będzie jeszcze służyć konstruktorom i obliczeniowcom śmigłowców, jako pomoc naukowa na wysokim poziomie. Biuro konstrukcyjne, którym kierował ponad 20 lat, otrzymało jego imię. Po śmierci M. Mila kierownikiem biura konstrukcyjnego śmigłowców został jego bliski współpracownik inż. Marat N. Tiszczenko.

PRACE NAD ŚMIGŁOWCEM Mi-2

Na początku lat sześćdziesiątych biuro konstrukcyjne Mila przystąpiło do konstruowania lekkiego śmigłowca, który otrzymał oznaczenie *Mi-2*. Był to pierwszy śmigłowiec przeznaczony do szerokiego zastosowania w gospodarce narodowej. W styczniu 1961 r. komisja zatwierdziła makietę śmigłowca *Mi-2* i już pod koniec lutego rysunki zostały przekazane do zakładu doświadczalnego. We wrześniu tego roku odbył się pierwszy lot trwający 15 minut. Do badań w locie zbudowano dwa śmigłowce, jeden w wersji pasażerskiej, drugi — w wersji rolniczej. Próby przeprowadzali pilot biura G. Ałfiorow oraz pilot Państwowego Instytutu Naukowo-Badawczego lotnictwa cywilnego B. Anopow.

W następnym roku, na wiosnę, śmigłowiec *Mi-2* został użyty do prac rolniczych w kołchozie „Boriec" pod Moskwą. W ciągu 34 godzin rozsiał on nawozy na powierzchni 1400 hektarów. Po żniwach stwierdzono, że zbiór plonów z hektara wzrósł o 15—18%. Dnia 10 października 1961 r. w dzienniku „Prawda" ukazało się zdjęcie śmigłowca *Mi-2*. W tym czasie w Wytwórni Sprzętu Komunikacyjnego w Świdniku zbliżała się ku końcowi produkcja śmigłowca *SM-1*. Wytwórnia rozpoczęła starania o zakup dokumentacji do produkcji śmigłowca *Mi-2*. Starania zostały uwieńczone powodzeniem i przystąpiono do prac nad uruchomieniem produkcji tego śmigłowca w naszym kraju.

Pierwszy zmontowany w Polsce śmigłowiec oblatała załoga radziecka Karapetian—Biełousow. Dnia 4 listopada 1965 r. załoga, w składzie pilot mgr inż. Wiesław Mercik, mgr inż. Kazimierz Moskowicz oraz Henryk Jaworski, odbyła lot pierwszym z wyprodukowanych w WSK-Świdnik śmigłowcem *Mi-2* serii informacyjnej.

Przystąpienie WSK-Świdnik do produkcji śmigłowca *Mi-2* znamionowało nowy etap współpracy naukowo-technicznej ze Związkiem Radzieckim. Jeśli dotychczas w Polsce powielano konstrukcje radzieckie, jak np. samoloty *Jak-12*, *An-2* itd. w oparciu o dokumentację seryjną, to w przypadku *Mi-2* była to dokumentacja prototypowa. W ciągu dwóch lat, jakie upłynęły od rozpoczęcia rozmów na temat produkcji śmigłowca w Polsce, do czasu oblotu pierwszej maszyny należało nie tylko opracować dokumentację do produkcji seryjnej w oparciu o dokumentację licencyjną prototypową, wykonać rozrysowania płazowo-płytowe, przygotować dokumentację konstrukcyjną oprzyrządowania, stoisk badawczych i kontrolno-pomiarowych, wyprodukować je, przeprowadzić badania i próby, ale także rozpocząć wdrażanie nowych procesów technologicznych, jak klejenie metali, frezowanie chemiczne, powierzchniowe utwardzanie przez kulowanie, kształtowanie szkła organicznego, obróbka elektroiskrowa itp.

Kulowanie wprowadzono po raz pierwszy w Wytwórni w 1965 r. i zastosowano je do dźwigarów łopat wirnika nośnego śmigłowca *SM-1*, a potem do dźwigarów śmigłowca

Konstruktor śmigłowca prof. M. Mil (w środku) podczas jednej z wizyt w WSK-Świdnik (fot. WSK-Świdnik)





Jeden z pierwszych prototypów śmigłowca *Mi-2* w wersji transportowej, na którym Tatiana Rusijan ustanowiła rekord świata osiągając średnią prędkość 260 km/h po trasie trójkąta o obwodzie 100 km (fot. APN)

Mi-2. Proces ten stosowany jest do dziś i służy do zwiększania wytrzymałości zmęczeniowej, a przez to i żywotności elementów konstrukcyjnych śmigłowca.

Uruchomienie produkcji śmigłowca, jego napędu, osprzętu i wyposażenia na bazie prototypowej licencyjnej dokumentacji konstrukcyjnej wymagało dużej fachowości i samodzielności polskich specjalistów. Dzięki temu i dzięki wszechstronnej pomocy biura konstrukcyjnego, którym kierował M. Mil, możliwe było uruchomienie w Polsce produkcji nowoczesnego dwusilnikowego śmigłowca, nie mającego przez szereg lat odpowiednika na rynkach światowych.

W ramach prac rozwojowych opracowano w Polsce kilka wersji śmigłowca, m.in. szkolną, fotogrametryczną, uzbrojoną. Pod koniec lat sześćdziesiątych przystąpiono w WSK-Świdnik do prac nad polepszeniem własności użytkowych i eksploatacyjnych śmigłowca *Mi-2*. W procesie modernizacji istotne zmiany konstrukcyjne wprowadzono w układzie kadłuba. Przeróbce uległa jego dolna część. Zlikwidowano uskok w podłodze, co poprawiło ogólną funkcjonalność śmigłowca i umożliwiło wygodne rozmieszczenie foteli pasażerskich z zachowaniem swobodnego przejścia między nimi przy wsiadaniu i wysiadaniu pasażerów oraz racjonalne rozmieszczenie czterech noszy z chorymi w wersji sanitarnej, zapewniając dostęp lekarzowi do każdego pacjenta. Zamocowane na płaskiej podłodze szyny transportowe umożliwiają swobodne przesuwanie ładunków wzdłuż kabiny. Przekonstruowanie kabiny umożliwiło zwiększenie liczby miejsc pasażerskich o jedno. Zmodernizowany śmigłowiec *Mi-2M* został oblatany 1 lipca 1974 r. przez załogę w składzie pilot J. Ochalik i obserwator mgr inż. Dąbski.

Wyposażenie śmigłowca w cztery przesuwane drzwi polepsza proces załadunku i wyładunku we wszystkich wersjach zastosowania. Przesuwane drzwi w kabinie bagażowej oraz zastosowanie wychylnego zawieszenie dźwigu (wciągarki), zabudowanego w kabinie, pozwala na wciąganie ładunku na pokład śmigłowca. Wprowadzono bardziej skuteczne ogrzewanie i wentylację kabiny, nadmuch na przednie szyby likwidujący możliwość ich zaparowania, zwiększono rozstawienie kół podwozia głównego zwiększające kąt przeciwkapotażowy, a także średnicę kół przednich (z 300 na 400 mm), polepszających przebieg kołowania śmigłowca po miękkim gruncie.

W skład wyposażenia i osprzętu wprowadzono szereg nowych wyrobów produkcji polskiej, jak: półprzewodnikowy zapłonnik elektroniczny, tranzystorowa przetwornica statyczna z elektronicznym sygnalizatorem zaniku napięcia, tranzystorowy regulator napięcia oraz paliwomierz przystosowany do pomiaru sumarycznej ilości paliwa w trzech zbiornikach, z możliwością pomiaru paliwa w każdym zbiorniku.

Do napędu *Mi-2M* przewidziano 2 silniki turbinowe *GTD-350P* o mocy zwiększonej do 330 kW (450 KM) każdy. W układzie regulacyjnym wprowadzono automatyczny ogranicznik mocy maksymalnej w zależności od temperatury otaczającego powietrza, zastosowano nowe materiały na łopatki turbiny. Wprowadzono niezależną dla każdego silnika instalację paliwową, pozwalającą w przypadkach awaryjnych na zasilanie obu silników od jednej pompy paliwowej, oraz wykorzystano przestrzeń pod podłogą na rozmieszczenie trzech zbiorników, co zwiększyło niezawodność pracy instalacji paliwowej.

W WSK PZL — Świdnik opracowano następną ulepszoną wersję śmigłowca, którą nazwano *Kania*. Silniki o zwiększonej mocy zapewniają tej maszynie większy udźwig i lepsze charakterystyki. Zachęcające wyniki prób *Kani*, rokują jej powodzenie handlowe.

CHARAKTERYSTYKA ŚMIGŁOWCA

Śmigłowiec *Mi-2* jest konstrukcją metalową o kształtach opływowych z połączeniami klejowo-zgrzewanymi i nitowanymi.

Układ śmigłowca jednowirnikowy. Wirnik nośny ma 3 łopaty, natomiast śmigło ogonowe — 2 łopaty. Śmigłowiec należy do tej samej klasy co śmigłowiec *SM-1* (*Mi-1*), z tym, że znacznie przewyższa go pod względem własności technicznych i eksploatacyjnych. Śmigłowiec *Mi-2* jest śmigłowcem wielozadaniowym i może być wykorzystywany w następujących wersjach:

— transportowej — do przewozu 8 pasażerów lub 700 kg ładunku;
— sanitarnej — do przewozu 2 chorych na noszach, 2 na specjalnych siedzeniach i jednej osoby obsługi lekarskiej;
— pasażerskiej do przewozu 6 do 8 pasażerów i bagażu;
— rolniczej — do opylania i opryskiwania pól, sadów, łąk, lasów różnymi środkami chemicznymi;
— wojskowej wyposażonej w różne wersje uzbrojenia.

Na każdej z wymienionych wersji może być zabudowany podwójny układ sterowania.

Poza tym śmigłowiec wyposażony jest w zewnętrzne urządzenie zaczepowe, pozwalające na przewożenie ładunku o masie do 800 kg, oraz w urządzenie dźwigowe o nośności do 120 kg, służące do załadunku śmigłowca. Za pomocą tego urządzenia śmigłowiec może wykonywać również zadania ratownicze w zawisie nad ziemią lub nad wodą.

Dwa silniki turbinowe podnoszą własności eksploatacyjne śmigłowca i znacznie zwiększają bezpieczeństwo lotu. Śmigłowiec *Mi-2* może kontynuować lot poziomy na wysokości 500 m na jednym tylko silniku, pracującym na mocy maksymalnej, lub też wykonywać długotrwałe szybowanie z bezpiecznym lądowaniem, przy pracy silnika na zakresie mocy nominalnej.

Podczas lotów na duże odległości na śmigłowcu zamontowane są dodatkowe dwa podwieszane zbiorniki paliwowe po 185 kg paliwa każdy. Śmigłowiec ma trzykołowe stałe podwozie i płozę ogonową.

Wyposażenie śmigłowca w urządzenia radiowe i przyrządy pokładowe pozwala na jego eksploatację w trudnych warunkach meteorologicznych w dzień i w nocy.

W wersji pasażerskiej śmigłowiec ma wygodną, oświetloną kabinę z izolacją dźwiękową i miękkimi siedzeniami. Temperatura i czystość powietrza w kabinie jest utrzymywana za pomocą instalacji ogrzewania i wentylacji.



Jeden z pierwszych prototypów *Mi-2* w wersji rolniczej ze zbiornikiem chemikaliów starej konstrukcji

W wersji rolniczej na śmigłowcu po obu stronach kadłuba montuje się zbiorniki na płynne lub sproszkowane środki chemiczne oraz wyposażenie agrolotnicze w postaci dwóch tuneli do środków sypkich lub rury wyposażonej w opryskiwacze dla płynnych środków chemicznych. Płynne środki chemiczne do rozpryskiwania dostarcza się za

Śmigłowiec *Mi-2*:
— w służbie lotnictwa wojskowego (fot. L. Wróblewski),



— w wersji ratowniczej (fot. WAF)





Ogólny widok wirnika nośnego (fot. J. Grzegorzewski)



Widok podwozia głównego i dodatkowego zbiornika paliwa (fot. J. Amerski)

pomocą pompy, a sproszkowane środki chemiczne do tunelów przez wentylatory.

Załoga śmigłowca składa się z jednego pilota.

KONSTRUKCJA ŚMIGŁOWCA

KADŁUB

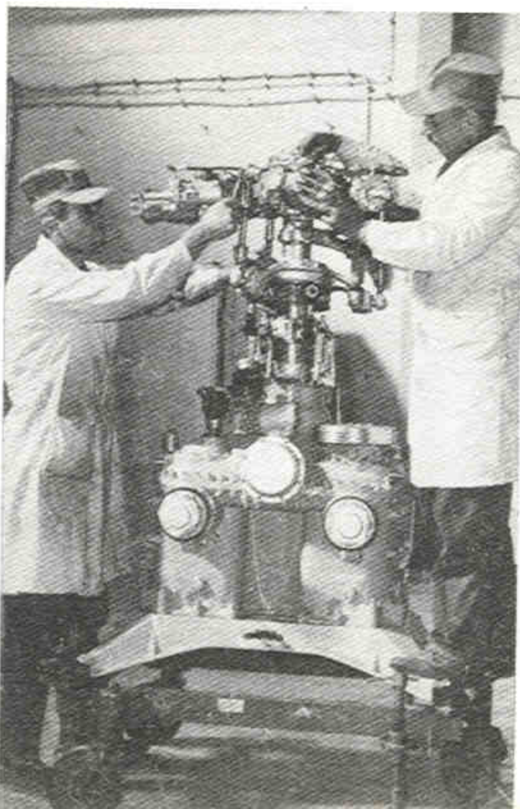
Metalowa półskorupowa konstrukcja kadłuba ma zmienny przekrój i składa się z części przedniej, środkowej, tylnej oraz belki ogonowej. Pod względem technologicznym kadłub zbudowany jest z poszczególnych elementów składających się z wręg, podłużnic i pokrycia, które są połączone ze sobą za pomocą klejenia ze zgrzewaniem. Podłoga i płyta sufitowa wykonane są jako samodzielne elementy nośne.

Przednia część kadłuba stanowi kabinę, w której znajdują się fotele pilota i pasażera lub ucznia (w śmigłowcach z podwójnym układem sterowania), elementy sterowania, przyrządy i urządzenia elektryczne oraz akumulatory. Z lewej strony kabiny znajdują się przesuwane drzwi pilota. W ich górnej części umieszczony jest mechanizm awaryjnego zrzutu drzwi. Na drzwiach ustawiony jest optyczny wskaźnik oblodzenia. Prawe drzwi pilota zawieszone są na zawiasach i również wyposażone w urządzenie zrzutu awaryjnego. Przednia prawa szyba kabiny wykonana jest ze szkła organicznego, a lewa ogrzewana elektrycznie — ze szkła krzemowego.

W kabinie pilota rozmieszczone są pulpity elektryczne i tablica przyrządów, a do podłogi przymocowane są fotele wyposażone w pasy bezpieczeństwa.

W środkowej części kadłuba znajduje się kabina pasażerska lub bagażowa (w wersji transportowej śmigłowca). Na segmencie sufitowym tej części kadłuba znajdują się węzły mocowania silników oraz wsporniki cięgieł i wahaczy układów sterowania. Podłoga wykonana jest jako segment nośny, do którego mocuje się układ wręg przedniej i środkowej części kadłuba. Pod podłogą mieści się miękki zbiornik paliwa, przykryty z góry płytą przekładkową, składającą się z dwóch

Montaż tarczy sterującej i piasty wirnika nośnego na przekładni głównej (fot. WSK-Świdnik)



arkuszy blachy duralowej przedzielonych wypełniaczem ulowym. Z lewej strony kabiny znajdują się drzwi z oknem. Wyposażone one są w mechanizm zabezpieczający, sterowany z kabiny pilota. Położenie drzwi otwartych sygnalizowane jest przez lampkę czerwoną, znajdującą się na górnym pulpicie kabiny pilota. Prawy segment boczny kabiny ma trzy prostokątne okna, a lewy — dwa.

Tylna część kadłuba jest konstrukcją metalową półskorupową o zmiennym przekroju. Składa się ona z części stożkowej i części przejściowej usytuowanej pod kątem około 30° względem osi części stożkowej. Przez tylną część kadłuba przechodzi tylny wał transmisji, linki sterowania statecznikiem i śmigłem ogonowym.

Belka końcowa konstrukcji nitowanej ma kształt stożka ściętego i łączy się z przekładniami pośredniczącą i tylną. Na belce zamontowany jest sterowany w locie statecznik, który służy do polepszenia stateczności i sterowności podłużnej śmigłowca. Kąt ustawienia statecznika zmienia się za pomocą dźwigni skoku i mocy.

PODWOZIE I PŁOZA OGONOWA

Podwozie śmigłowca składa się z dwóch głównych i przedniej goleni, zastrzałów i kół. Podwozie główne ma dwa koła o wymiarach 600 × 180 mm, hamowane przy użyciu instalacji pneumatycznej. Rozstaw kół podwozia głównego wynosi 3050 mm, ciśnienie w pneumatykach 400±50 kPa. Zastrzał goleni głównej w kształcie litery „V" jest zespawany z rur. U nasady zastrzału mocowane są półosie, na których osadza się koła. Do obydwu zastrzałów przyspawane są ucha, służące do mocowania amortyzatorów. Amortyzator goleni głównej składa się z cylindra głównego i tłumika.

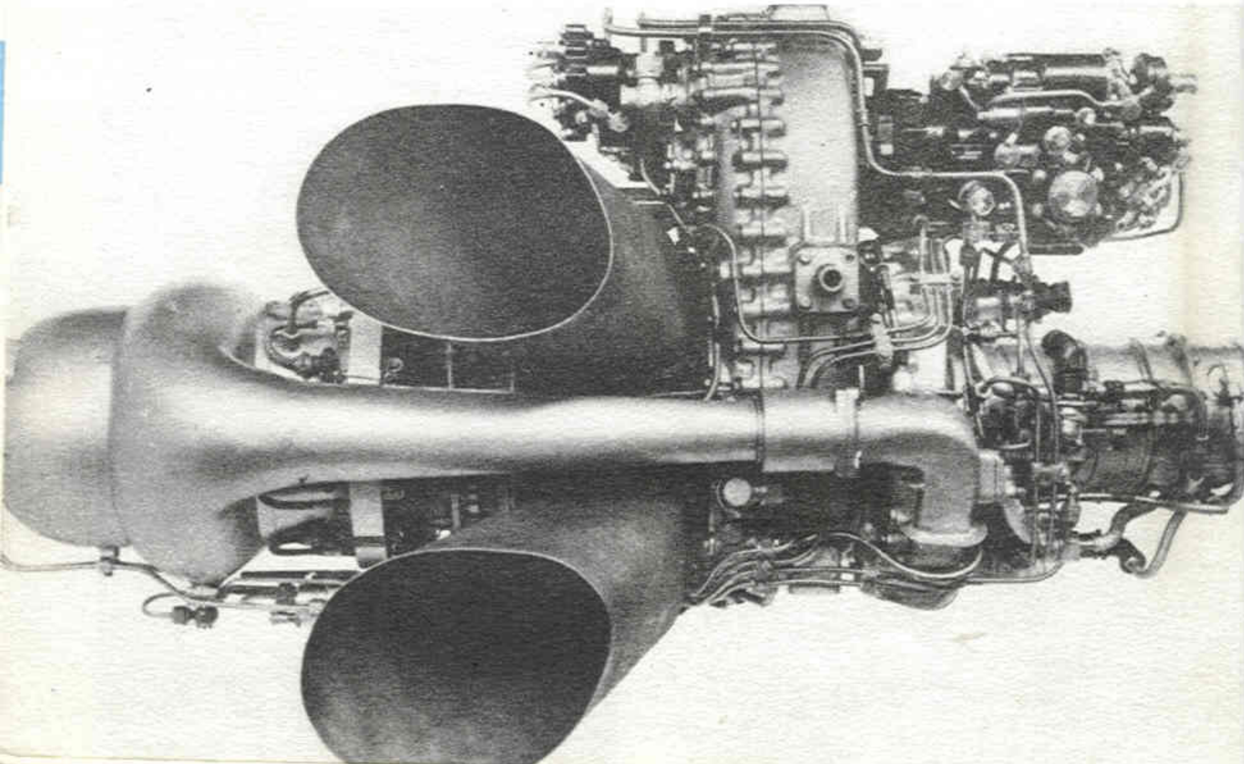
Podwozie przednie składa się z goleni wyposażonej w podwieszenie kół typu wahadłowego, amortyzatora oraz dwóch niehamowanych kół. Ciśnienie w kołach wynosi 350 ± 50 kPa. Wszystkie amortyzatory są typu cieczowo-gazowego, przy czym jako gaz użyty jest azot.

Śmigłowiec wyposażony jest w płozę ogonową, która służy do ochrony śmigła ogonowego przed uszkodzeniem w czasie lądowania śmigłowca pod dużym kątem (do tyłu).

TRANSMISJA NAPĘDU

Transmisja napędu służy do przeniesienia momentu obrotowego od dwóch silników turbinowych na wirnik nośny, śmigło ogonowe, wentylator układu chłodzenia agregatów silników oraz agregatów pomocniczych zabudowanych na przekładni głównej. Transmisja składa się z przekładni głównej, wałów głównych przenoszących napęd od silników do przekładni głównej, hamulca

Widok ogólny silnika turbinowego *GTD-350* (fot. WSK-Rzeszów)



wirnika nośnego zabudowanego na górnej pokrywie przekładni głównej, wału tylnego, przekładni pośredniczącej oraz przekładni tylnej.

Przekładnia główna WR-2. Służy do przeniesienia momentu obrotowego od silników na wirnik nośny, śmigło ogonowe, wentylator i do innych agregatów oraz zmniejsza lub zwiększa ich prędkość obrotową w zależności od potrzeby. Przekładnię, jako oddzielny zespół, montuje się na ramie w górnej części kratownicy kadłuba. Obudowa przekładni jest wykonana w postaci odlewu ze stopu lekkiego. Od góry do obudowy przekładni przykręcony jest śrubami korpus wału wirnika nośnego, natomiast dolna część zamknięta jest pokrywą, której zagłębienie jest zbiornikiem oleju.

Na przekładni głównej są zamocowane: blok hydrauliczny, prądnica prądu zmiennego, nadajnik prędkości obrotowej, hamulec wirnika nośnego, wentylator, nadajnik ciśnienia, cewki zapłonowe instalacji elektrycznej silników, sprężarka powietrza, nadajnik termometru oraz sygnalizator temperatury. Wejściowymi wałami przekładni są wały sprzęgieł jednokierunkowych sztywno połączone z wałami napędowymi prawego i lewego silnika. Sprzęgła jednokierunkowe umożliwiają kolejny rozruch silników i automatyczne odłączenie przekładni od wałów napędowych silników w czasie ich zatrzymania, jak również odłączenie silników od przekładni w czasie lotu na autorotacji. Moment obrotowy od dwóch wałów wejściowych przekazywany jest na wał wirnika nośnego poprzez sprzęgła jednokierunkowe za pomocą trójstopniowej przekładni zębatej. Dzięki takiej konstrukcji przekładni następuje obniżenie prędkości obrotowej wału wirnika nośnego około 24 razy w porównaniu z prędkością wałów napędowych silników. Wszystkie napędy wyprowadzone z przekładni są kinematycznie powiązane między sobą i przy odłączeniu jednego silnika otrzymuje ona napęd od drugiego silnika.

Masa przekładni suchej wynosi 290 kg, a jej wymiary — długość 850 mm, szerokość 876 mm, wysokość 1470 mm. Pierwszą serię informacyjną przekładni w liczbie 10 sztuk wyprodukowano w 1966 r.

Hamulec wirnika nośnego służy do zatrzymywania wirnika po wyłączeniu silników oraz do blokowania transmisji, podczas prac montażowych i postoju śmigłowca.

Wał tylny transmisji służy do przenoszenia napędu do tylnego wprowadzenia przekładni głównej do śmigła ogonowego. Zamocowany jest na sześciu podporach u góry na tylnej części kadłuba.

Przekładnia pośrednicząca. Przekładnia ta służy do zmiany kierunku osi wału tylnego transmisji o kąt 30° zgodnie z załamaniem tylnej części kadłuba. Uzyskuje się to przez zastosowanie pary stożkowych kół zębatych. Masa suchej przekładni wynosi 12,4 kg. Smarowanie przekładni jest rozbryzgowe. Olej jest rozbryzgiwany przez koła napędowe częściowo w nim zanurzone. Przekładnia za pomocą kołnierzy mocowana jest śrubami do kołnierzy tylnej części kadłuba i belki końcowej.

Przekładnia tylna. Przekładnia służy do napędu śmigła ogonowego. Składa się z jednej pary kół stożkowych zamontowanych w obudowie na łożyskach. Ma dwa wyprowadzenia: jedno — do połączenia z wałem końcowym, drugie — do napędu śmigła ogonowego. Nominalna liczba obrotów wału napędzającego wynosi 2468 obr/min, napędzanego — 1445 obr/min. Masa przekładni suchej równa jest 17,0 kg.

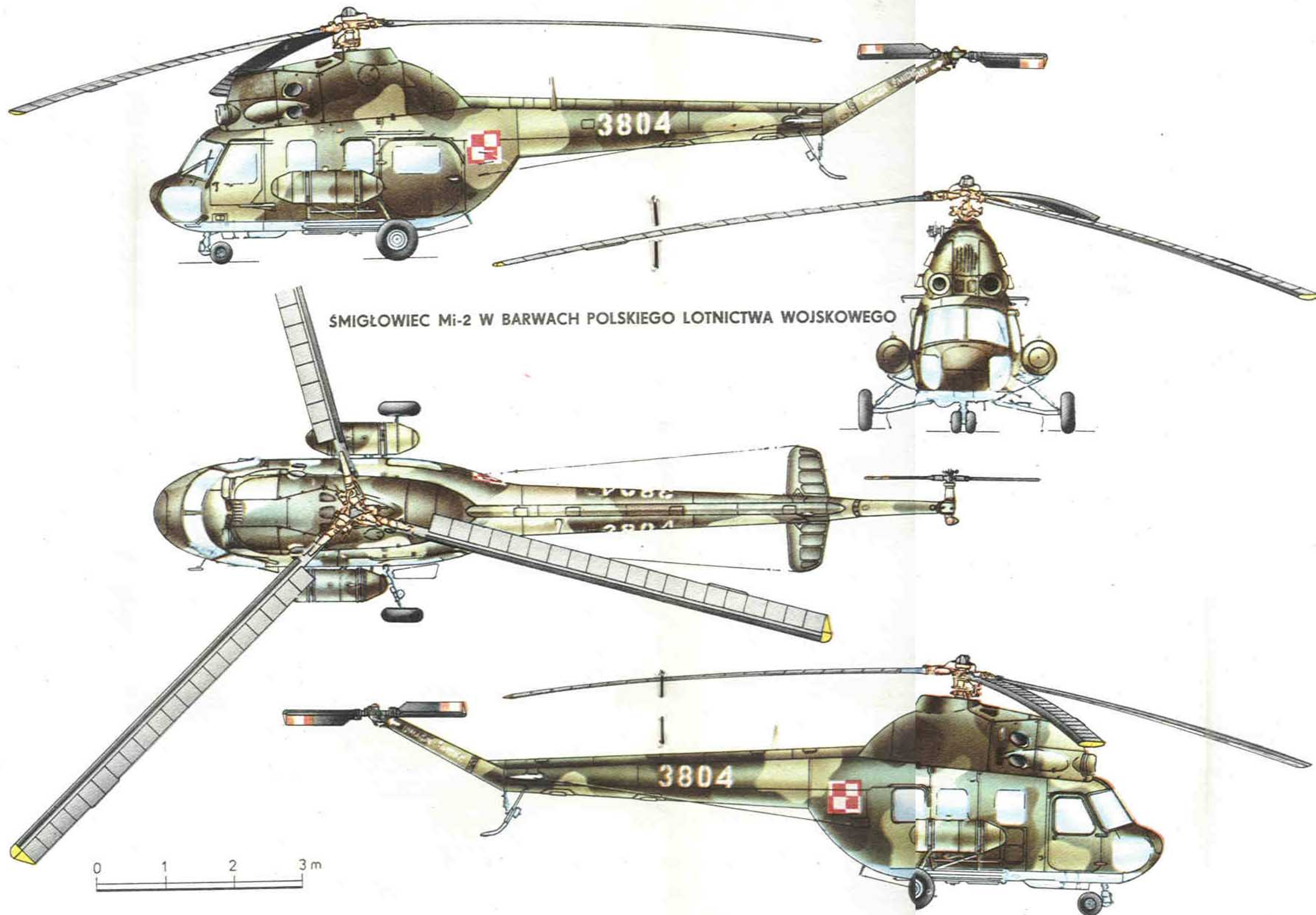
UKŁAD NOŚNY

Układ nośny śmigłowca składa się z wirnika nośnego oraz śmigła ogonowego.

Wirnik nośny przeznaczony jest do wytwarzania ciągu niezbędnego do lotu śmigłowca oraz do sterowania podłużnego i poprzecznego. Składa się on z łopat, piasty, tłumika hydraulicznego piasty oraz instalacji przeciwoblodzeniowej łopat. Średnica wirnika nośnego wynosi 14,55 m, masa kompletu łopat — 3 sztuki — 171,3 kg (kierunek obrotu wirnika przeciwny do ruchu wskazówek zegara patrząc z dołu na obracający się wirnik), masa piasty 132 kg.

Dostęp do silników i przekładni śmigłowca *Mi-2* (fot. W. Zawadzki)




3804
ŚMIGŁOWIEC Mi-2 W BARWACH POLSKIEGO LOTNICTWA WOJSKOWEGO
3804
0
1
2
3 m

Łopata wirnika ma kształt prostokątny w widoku z góry. Konstrukcja łopaty składa się z dźwigara, oddzielnych sekcji, owiewki końcowej, układu sygnalizacji uszkodzenia dźwigara i elementów grzejnych. Głównym elementem nośnym łopaty jest metalowy dźwigar tworzący przednią część profilu łopaty. Dźwigar wykonany jest ze stopu aluminiowego w postaci pustej belki o stałym zamkniętym przekroju wewnętrznym. Wewnętrzne i zewnętrzne powierzchnie dźwigara w celu podwyższenia ich własności wytrzymałościowych, głównie odporności na zmęczenie, poddawane są specjalnej obróbce zwanej kulowaniem. Do nasadowej części dźwigara mocuje się okucie. Część spływową tworzą pojedyncze sekcje z wypełniaczem ulowym przyklejone do dźwigara. Jest ich w sumie 20 sztuk. Na końcu łopaty zamocowana jest owiewka. Na krawędzi natarcia łopaty zabudowane są elementy grzejne wchodzące w skład instalacji przeciwoblodzeniowej śmigłowca. Łopaty maluje się emaliami polichlorowinylowymi i epoksydowymi — z dołu czarną, z góry szaroniebieską. Owiewka na końcu pomalowana jest z obu stron na kolor żółty.

Ponieważ łopata jest jednym z najbardziej odpowiedzialnych elementów konstrukcyjnych śmigłowca wpływającym na bezpieczeństwo lotu, wyposażono ją w specjalną instalację sygnalizacji uszkodzenia dźwigara. W tym celu wewnętrzna przestrzeń dźwigara jest wypełniona powietrzem pod ciśnieniem. W przypadku powstania w dźwigarze pęknięcia lub naruszenia hermetyczności z jakiegokolwiek innego powodu ciśnienie w dźwigarze spada, jest wówczas sygnalizowane pojawieniem się czerwonego kołpaczka w strefie widzenia łopaty.

Piasta wirnika przeznaczona jest do przenoszenia momentu obrotowego z przekładni głównej na łopaty, jak również do przejmowania i przenoszenia sił aerodynamicznych z wirnika nośnego na kadłub śmigłowca. Łopaty zamocowane są do piasty za pomocą przegubów poziomych, pionowych i osiowych. Przeguby poziome pozwalają łopatom wykonywać wahania w płaszczyźnie pionowej, natomiast przeguby pionowe umożliwiają wahania w płaszczyźnie obrotu. Przeguby osiowe służą do zmiany kątów ustawienia łopat. Wahania łopat względem przegubu pionowego są tłumione przez tłumiki hydrauliczne. Przegubowe zamocowanie łopat obniża naprężenia w nich oraz zmniejsza momenty od sił aerodynamicznych przenoszone na kadłub. Zasadniczymi elementami piasty wirnika nośnego są: korpus piasty, jarzma pośredniczące, czopy przegubu osiowego, korpusy przegubów osiowych oraz dźwignie łopat. Korpus piasty połączony jest z wałem przekładni głównej za pomocą wielowypustu i centrowany pierścieniami stożkowymi. Ma on trzy ramiona leżące (według liczby łopat) w jednej płaszczyźnie, pod kątem 120° względem siebie, tworzące w połączeniu z jarzmem pośredniczącym przeguby poziome. Na korpusie piasty znajdują się specjalne ograniczniki, które ograniczają ruch łopat względem przegubu poziomego.

Śmigło ogonowe służy do równoważenia momentu reakcyjnego wirnika nośnego oraz do sterowania kierunkowego śmigłowcem. Składa się ono z piasty i dwóch łopat. Jest to śmigło typu pchającego o zmiennym skoku. Zmiana położenia orczyka sterowania nożnego poprzez układ cięgieł powoduje zmianę skoku śmigła. Łopata śmigła ogonowego ma konstrukcję całkowicie metalową, której głównym elementem jest frezowany z odkuwki dźwigar. Na jej krawędzi natarcia montowane są elementy grzejne elektrycznej instalacji przeciwoblodzeniowej. Średnica śmigła ogonowego wynosi 2,7 m, jego masa 27,05 kg; masa łopaty z elementem grzejnym 3,99 kg, masa piasty 17 kg.

UKŁAD STEROWANIA

Sterowanie śmigłowcem odbywa się przez zmianę wielkości i kierunku ciągu wirnika nośnego i przez zmianę wielkości ciągu śmigła ogonowego. Podłużne i poprzeczne sterowanie osiąga się przez wychylenie drążka sterowego. Wychylając go, pilot poprzez tarczę sterującą zmienia kierunek wirnika nośnego. Sterowanie kierunkowe uzyskuje się przez wychylenie orczyka sterowania nożnego, które powoduje zmianę skoku śmigła ogonowego i jego ciąg. Zmniejszanie lub zwiększanie ciągu wirnika nośnego zależy od zmiany skoku ogólnego i zakresów pracy silników, regulowanych za pomocą dźwigni ogólnego skoku i mocy. Dla sprawdzenia każdego z silników, w kabinie pilota zamontowane są niezależne dźwignie sterowania. W układzie sterowania podłużnego i poprzecznego oraz sterowania skokiem ogólnym wirnika nośnego zabudowane są wzmacniacze hydrauliczne. Sterowanie statecznikiem związane jest kinematycznie z układem sterowania skokiem ogólnym wirnika nośnego. Zwiększenie skoku ogólnego wirnika powoduje jednocześnie zmianę kąta ustawienia statecznika.

Drążek sterowy składa się z rękojeści, obudowy oraz wahacza dwuramiennego. W



Śmigłowiec *Mi-2* Instytutu Lotnictwa w wersji pasażerskiej (fot. J. Grzegorzewski)

górnej części rękojeści znajduje się dźwignia sterowania zaworem instalacji hamowania kół podwozia przedniego, przełącznik sterowania klapkami wyważającymi oraz trzy przyciski. Dwa z nich służą do włączania i wyłączania opryskującej aparatury agrolotniczej (dla śmigłowca w wersji rolniczej), trzeci — do włączenia radiostacji.

Tarcza sterująca jest mechanizmem służącym do zmiany wielkości i kierunku wypadkowej sił aerodynamicznych wirnika nośnego. Zmianę wartości wypadkowej uzyskuje się przez jednoczesne zwiększenie lub zmniejszenie kątów nastawienia wszystkich (trzech) łopat wirnika na tę samą wielkość, to znaczy przez zmianę skoku ogólnego wirnika. Tarcza sterująca jest zabudowana na przekładni głównej. Przeguby obracającego się pierścienia tarczy połączone są za pomocą cięgieł z dźwigniami obrotu łopaty.

Sterowanie skokiem ogólnym wirnika nośnego i mocą silników dokonuje się na śmigłowcu za pomocą dźwigni ogólnego skoku i mocy, związanej kinematycznie z suwakiem tarczy sterującej i jednocześnie z dźwigniami pomp, regulujących ilość paliwa dostarczanego do silników.

ZESPÓŁ NAPĘDOWY

Na śmigłowcu *Mi-2* zabudowane są dwa silniki turbinowe *GTD-350* o mocy startowej 294 kW (400 KM). Silniki rozmieszczone są nad kabiną pilota przed przekładnią główną. Silniki zamontowane są w taki sposób, że możliwe jest ich przesunięcie przy rozszerzaniu się pod wpływem nagrzewania.

Silnik *GTD-350*, produkowany w Polsce na licencji radzieckiej od 1966 r., jest dwuwałowym silnikiem śmigłowcowym z dwustopniową turbiną napędową. W odmianie stosowanej do śmigłowca *Mi-2* napęd wyprowadzony jest do tyłu, wylot gazów na lewo lub w prawą stronę.

Sprężarka o siedmiu stopniach osiowych i jednym odśrodkowym ma spręż 5,9 ± 0,1 i wydatek 2,10 ± 0,02 kg/s przy prędkości obrotowej 45 000 obr/min. Kadłub wylotowy wraz z kierownicami jest konstrukcją spawaną ze stali nierdzewnej. Stalowy wirnik sprężarki składa się z tarcz sprężarki osiowej oraz stopnia odśrodkowego. Dyfuzor jest bezłopatkowy. Zawór upustowy zapewnia sprężarce stateczną pracę.

Komora spalania silnika typu zwrotnego z centralnym wtryskiem paliwa ma kształt cylindryczy, zasilana jest powietrzem z dwóch rur. Czynnik roboczy zmienia kierunek przepływu dwukrotnie: w komorze spalania i za turbiną napędową. Wtryskiwacz roboczy odśrodkowy, dwukanałowy, jednodyszowy. Urządzenie zapłonowe składa się z wtryskiwacza i świecy półprzewodnikowej.



Śmigłowiec *Mi-2M*

Turbina sprężarki silnika *GTD-350* jest jednostopniowa. Łopatki wirnikowe bez bandaży mają zamki jodełkowe. Tarcza turbiny chłodzona jest powietrzem. Kierownice odlewane precyzyjnie osadzone są sztywno. Turbina napędowa (swobodna) ma dwa stopnie i obraca się ze stałą prędkością obrotową 24 000 obr/min. Łopatki osadzone są na jodełkach. Tarcze turbiny są połączone śrubami. Kolektor gazu zakończony jest dwoma otworami wylotowymi o nieregularnym przekroju.

Reduktor silnika składa się z dwóch kół walcowych i obudowy. Do obudowy przymocowane są: rozrusznik elektryczny o mocy 3 kW, pompa, regulator, nadajnik obrotomierza i pompy olejowej, napędzane przez turbinę sprężarki, i regulator obrotów oraz nadajnik obrotomierza — otrzymujące napęd od turbiny napędowej.

Układ olejowy zamknięty ze zbiornikiem o objętości 12,5 l i chłodnicą umieszczony jest w kadłubie śmigłowca. Ciśnienie oleju wynosi 300 ± 50 kPa.

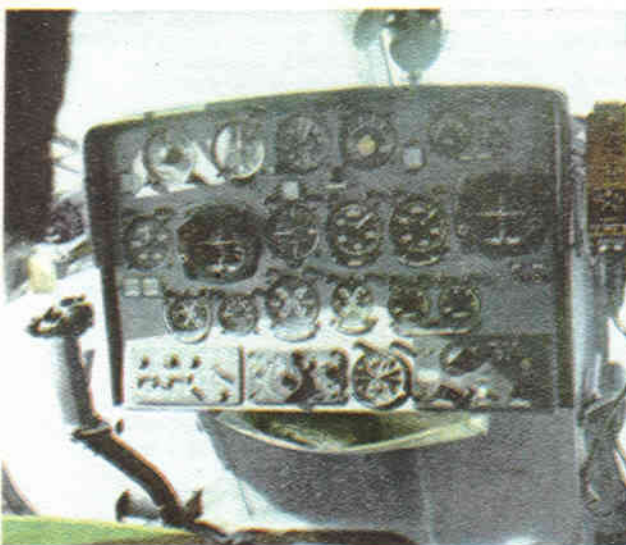
Układ rozruchowy zapewnia automatyczny rozruch silnika do wysokości 4000 m za pomocą rozrusznika elektrycznego. Świeca zasilana jest z układu kondensatorowego.

Układ paliwowy składa się z pompy — regulatora z wbudowanym zaworem odcinającym (pompa dostarcza paliwo do wtryskiwacza i ogranicza moc maksymalną), ogranicznika prędkości obrotowej turbiny napędowej, nadajnika sygnałów sterującego upustem i zaworu elektromagnetycznego (z zaworem stałego ciśnienia) zapewniającego dopływ paliwa w czasie rozruchu.

Moc maksymalna silnika, przy której dopuszczalna jest 5-minutowa praca, wynosi 294 kW (400 KM), jednostkowe zużycie paliwa w tych warunkach 0,370 kg/KMh, temperatura gazów przed turbiną — 970°C. Moc nominalna silnika równa jest 235 kW (320 KM). Przy tej mocy dopuszcza się pracę silnika w ciągu 60 minut. Maksymalna prędkość obrotowa wału na wyjściu z reduktora wynosi 5904 obr/min, czas przyspieszenia od biegu jałowego do warunków startowych — 15 s. Dane obrysu silnika: długość 1350 mm,



Śmigło ogonowe (fot. J. Amerski)



Widok tablicy przyrządów pokładowych (fot. J. Amerski)

szerokość 520 mm, wysokość 630 mm. Masa silnika suchego (bez rozrusznika, rur wylotowych, termopar i nadajników obrotów, temperatury i ciśnienia oleju) wynosi 135 ± 2,7 kg.

Okres międzynaprawczy silnika do pierwszej naprawy głównej) wynosi 1000 h. Pierwszą serię informacyjną silników w liczbie 20 sztuk wyprodukowano w 1966 r. Produkcja seryjna trwa od 1967 r. Obecnie prowadzi się prace modernizacyjne zmierzające do zwiększenia mocy silnika. Opracowano wersję silnika o mocy 450 KM.

OSPRZĘT I WYPOSAŻENIE

Przyrządy pilotażowo-nawigacyjne. Do przyrządów pilotażowo-nawigacyjnych zalicza się:
- wysokościomierz służący do pomiaru wysokości lotu względem miejsca startu, lądowania lub dowolnego punktu na trasie lotu, zakres pomiarów wynosi 0—10 km;
- wariometr przeznaczony do pomiaru pionowej prędkości wznoszenia lub opadania o zakresie — 0—10 m/s;
- prędkościomierz służący do pomiaru prędkości przyrządowej śmigłowca w zakresie 0—250 km/h;
- odbiornik ciśnienia całkowitego i statycznego z otaczającej atmosfery, doprowadzanych do prędkościomierza i wariometru;
- sztuczny horyzont zamontowany we wspólnej obudowie z zakrętomierzem i chyłomierzem poprzecznym, które razem służą do określenia i położenia śmigłowca względem horyzontu, wartości i kierunku wykonywanego zakrętu oraz kierunku przechyłu poprzecznego;
- busola przeznaczona do określania kursu magnetycznego;
- zegar pokładowy do pomiaru czasu w godzinach, minutach i sekundach oraz czasu lotu w godzinach i minutach.

Wyposażenie radioelektroniczne. W skład urządzeń radioelektronicznych zabudowanych na śmigłowcu *Mi-2* wchodzą:
- radiostacja ultrakrótkofalowa
- radiostacja krótkofalowa o zasięgu do 1000 km i masie 20 kg;
- radiokompas automatyczny o masie 19,65 kg;
- radiowysokościomierz małych wysokości (0—300 m) o dokładności ±1% do wysokości 10 m;
- telefon pokładowy.

Wyposażenie to umożliwia:
- utrzymywanie łączności ze stacjami naziemnymi i statkami powietrznymi;
- utrzymywanie łączności wewnątrz śmigłowca między dwoma lub trzema abonentami;
- pomiar rzeczywistej wysokości lotu;
- właściwe prowadzenie śmigłowca według radiostacji prowadzących i radiofonicznych;
- ciągłe odczytywanie kąta kursowego radiostacji.

Instalacja elektryczna. Pokładowa sieć elektryczna prądu stałego jest jednoprzewodowa. Minus sieci stanowi masa śmigłowca. Sieć prądu przemiennego jest wieloprzewodowa, z wyjątkiem sieci przetwornicy i instalacji manometrów.

Źródłem prądu stałego są 2 prądnico-rozruszniki, które spełniają następujące zadania:
- podczas rozruchu silników używane są do ich uruchamiania, czerpiąc prąd z akumulatorów;
- podczas pracy silnika spełniają rolę prądnicy, służąc do zasilania odbiorników prądu stałego.

Napięcie znamionowe prądnico-rozrusznika wynosi 28,5 V, moc 3 kW, masa nie przekracza 16 kg. Awaryjnym źródłem prądu stałego są akumulatory.

Źródłami prądu przemiennego są synchroniczna prądnica trójfazowa, przetwornica jednofazowa oraz przetwornica trójfazowa.

Na śmigłowcu *Mi-2* wszystkie pulpity oraz tablica przyrządów pokładowych wyposażone są w system czerwonego podświetlenia, umożliwiający właściwą obsługę urządzeń w warunkach nocnych. Dla polepszenia sygnalizacji zastosowano system migania, powodujący okresowe gaśnięcie i zapalanie niektórych tabliczek sygnalizacyjnych. Dla zwiększenia bezpieczeństwa lotu w warunkach nocnych na śmigłowcu zabudowane są światła pozycyjne boczne — od strony lewej czerwone, od prawej — zielone, ponadto na belce ogonowej znajduje się światło pozycyjne w kolorze białym. Światłami pozycyjnymi można nadawać sygnały za pomocą przycisku „KOD". Na przekładni ogonowej znajduje się latarnia błyskowa, która wysyła obracającą się w płaszczyźnie poziomej wiązkę światła czerwonego. Do







Śmigłowiec *Mi-2* w wersji transportowej (fot. APN)

oświetlenia terenu pod śmigłowcem podczas lądowania i kołowania służy specjalny reflektor, drugi używany jest do oświetlenia miejsca załadunku i wyładunku śmigłowca oraz przy wsiadaniu i wysiadaniu pasażerów w nocy.

Instalacja hydrauliczna służy do zasilania wzmacniaczy hydraulicznych zabudowanych w układzie sterowania. Wykonana jest w postaci bloku hydraulicznego, przewodów i wzmacniaczy. Pompa hydrauliczna bloku połączona jest z napędem przekładni głównej. Ilość cieczy roboczej zalewanej do bloku wynosi 4,5—6,0 l. Ciśnienie na wyjściu z bloku 6300—6500 kPa.

Instalacja powietrzna służy do hamowania kół podwozia głównego. Podstawowymi elementami instalacji są: dwustopniowa sprężarka tłokowa oraz butle wysokociśnieniowe. Sprężarka tłoczy sprężone powietrze poprzez reduktory do cylindrów hamulcowych kół podwozia. Jako butle sprężonego powietrza wykorzystano wewnętrzne przestrzenie zastrzałów goleni. Pojemność każdej butli wynosi 2,8 l.

Instalacja przeciwoblodzeniowa. Śmigłowiec *Mi-2* wyposażono w instalację przeciwoblodzeniową, umożliwiającą użytkowanie go przy niskich temperaturach otoczenia. Składa się ona z trzech układów przeciwoblodzeniowych: układu lewej przedniej szyby kabiny pilota, łopat wirnika nośnego i śmigła ogonowego oraz silnika *GTD-350*. Zasada pracy układów przeciwoblodzeniowych szyby kabiny oraz łopat wirnika i śmigła polega na zamontowaniu w nich elementów grzejnych zasilanych prądem przemiennym o napięciu 208 V. Gorące powietrze do instalacji przeciwoblodzeniowej wlotu sprężarek silników pobierane jest ze sprężarki i doprowadzane do zaworu przeciwoblodzeniowego oraz dalej do przestrzeni utworzonej przez podwójne ścianki osłony zewnętrznej kierownicy. Zawór przeciwoblodzeniowy włączany jest jednocześnie z instalacją przeciwoblodzeniową wirnika nośnego i śmigła ogonowego przez sygnalizator oblodzenia zamontowany we wlocie powietrza do wentylatora lub ręcznie przez pilota.

Instalacja ogrzewania i wentylacji. Instalacja ta służy do ogrzewania kabiny oraz utrzymania czystości powietrza w kabinie drogą wentylacji. Składa się z wentylatora, ogrzewaczy bocznych, ogrzewacza sufitowego, przewodów oraz armatury. Ogrzewacze boczne to typowe wymienniki ciepła, przez które przepływa gorące powietrze doprowadzane ze sprężarek silników. Ogrzewacz sufitowy jest tylko przewodem dla ogrzanego powietrza. Ma na swojej powierzchni dużą ilość otworów, którymi ciepłe powietrze dostaje się do kabiny pasażerów. Kabinę pilota ogrzewa ciepłe powietrze z ogrzewaczy bocznych.

Instalacja paliwowa śmigłowca służy do zasilania silników w paliwo doprowadzane ze zbiornika głównego umieszczonego pod podłogą śmigłowca. Przy lotach na większe odległości dodawane są jeszcze dwa zbiorniki podwieszane, połączone przewodami ze zbiornikiem głównym. W zbiorniku głównym znajdują się dwie pompy. Podczas pracy silników wykorzystywana jest tylko jedna z nich, druga służy jako awaryjna. Główny zbiornik paliwa o pojemności 600 l wykonano z naftoodpornej gumy. Zbiorniki dodatkowe o pojemności 238 l każdy mają kształt cylindryczny i wykonane są z blachy.

Instalacja olejowa ma za zadanie doprowadzenie oleju ze zbiorników do punktów smarowania, doprowadzenie gorącego oleju do chłodnic i ochłodzonego oleju z powrotem do zbiorników. W tym celu pompy ssące zasysają olej ze zbiorników i podają do instalacji silników. Następnie pompy tłoczące tłoczą gorący olej, który przeszedł przez punkty smarowania i został podgrzany, do chłodnic olejowo-powietrznych. Zbiornik olejowy silnika ma pojemność 15 l i wykonany jest w postaci pierścienia spawanego z blachy, spełniając jednocześnie rolę wlotu powietrza do sprężarki.

Instalacja przeciwpożarowa służy do gaszenia pożaru w przestrzeni silników i przekładni głównej. Składa się z układu sygnalizacji i układu gaszenia pożaru. Przestrzeń, w której znajdują się silniki i przekładnia główna, podzielona jest za pomocą przegród z blachy tytanowej na trzy izolowane przedziały: silnika prawego, silnika lewego i przekładni.

Układ sygnalizacji składa się z nadajników-sygnalizatorów, które sygnalizują powstanie pożaru oraz bloków wykonawczych uruchamiających układ gaszenia. Włączenie instalacji może odbywać się automatycznie lub po naciśnięciu przycisku na pulpicie przeciwpożarowym w kabinie pilota. Do gaszenia pożaru w kabinie śmigłowca przeznaczona jest ręczna gaśnica znajdująca się w kabinie pasażerskiej.

Śmigłowiec *Mi-2* Lotniczego Pogotowia Ratunkowego (fot. J. Grzegorzewski)





Opryskiwanie ze śmigłowca *Mi-2* Puszczy Jodłowej, zagrożonej przez szkodniki (fot. J. Piontek)

WERSJE I ZASTOSOWANIA ŚMIGŁOWCA Mi-2

Wersja pasażerska. W środkowej części kadłuba na górnej płycie zbiornika paliwowego ustawiona jest 6-osobowa kanapa. Każde siedzenie zaopatrzone jest w indywidualne pasy bezpieczeństwa. Oprócz siedzenia kanapowego znajdują się w śmigłowcu także dwa oddzielne siedzenia pasażerów: jedno obok pilota, drugie — w tylnej części kadłuba. Między kanapą a siedzeniem, w tylnej części kadłuba, znajduje się stolik. Kabiny pilota i pasażerów mają izolację cieplno-dźwiękową. Tapicerka kabiny wykonana jest w postaci oddzielnych płyt mocowanych do szkieletu kadłuba. Podłoga kabiny pasażerów wyścielona jest dywanikiem. Siedzenia pasażerów są miękkie, wyściełane specjalną tkaniną obiciową; w wersji transportowej siedzenia są twarde.

Wersja rolnicza. Śmigłowce w wersji rolniczej służą do opylania i opryskiwania pól, lasów, łąk i sadów środkami chemicznymi sypkimi oraz ciekłymi. Chemikalia sypkie i granulowane używane są głównie do nawożenia, natomiast ciekłe — do ochrony roślin. W wersji rolniczej po obu stronach kadłuba śmigłowca zamontowane są dwa zbiorniki do przewozu **700 kg** chemikaliów. Pojemność każdego zbiornika wynosi 600 l. W zależności od potrzeby montowana jest aparatura agrolotnicza służąca do opryskiwania lub opylania. Wspólnym elementem dla obu rodzajów aparatury są zbiorniki, pozostałe zespoły są odmienne.

Aparatura opryskująca składa się z dwóch pomp odśrodkowych z silnikami elektrycznymi, dwóch kratownic rurowych z wtryskiwaczami oraz tylnej rury opryskującej, jak również przewodów, zaworów i elementów łączących. Pompy z silnikami mocuje się do dolnej części zbiorników. W górnej części zbiorników znajdują się otwory z filtrami do ładowania sypkich lub ciekłych chemikaliów. Rozpiętość rur opryskujących wynosi 14 m. Do rur przyspawane są gniazda, do których wkręca się wtryskiwacze w liczbie 136 sztuk. W zależności od wielkości średnicy wylotowej wtryskiwacza uzyskuje się opryskiwanie grubo-, średnio- lub drobnokropliste i różne wydatki chemikaliów na hektar.

Aparatura do opylania składa się z dwóch mieszadeł w zbiornikach, dwóch tuneli wysypowych z wentylatorami i dozownikami oraz siłowników pneumatycznych. Tunel w postaci spłaszczonej rozszerzającej się rury zamocowany jest do dolnej części zbiornika. Chemikalia trafiające ze zbiornika do tunelu wydmuchiwane są przez wentylator na zewnątrz. Do regulacji wielkości wydatku chemikaliów służy tarcza dozująca w tunelu.

Do sterowania aparaturą agrolotniczą służy pulpit urządzeń rolniczych zabudowany z lewej strony tablicy przyrządów pokładowych śmigłowca. Na pulpicie znajduje się przełącznik uruchamiania pomp, przełącznik rodzaju pracy „Opylanie-Opryskiwanie", wskaźnik ilości chemikaliów w zbiornikach, wskaźnik ciśnienia w instalacji cieczowej, lampka sygnalizacyjna „ciśnienie normalne". Na drążku sterowym śmigłowca znajdują się przyciski włączania i wyłączania aparatury agrolotniczej.

Od chwili rozpoczęcia produkcji seryjnej śmigłowca *Mi-2* wyprodukowano go już w liczbie kilku tysięcy sztuk, przeważnie w wersji transportowej i rolniczej. Za pomocą śmigłowca *Mi-2* wykonywano usługi agrolotnicze m.in. w Iranie, Libii, Bułgarii. Jednak jeszcze do niedawna używano go w Polsce, głównie w wersji transportowej i sanitarnej. Dopiero w 1974 r. piloci doświadczalni Instytutu Lotnictwa Ryszard Witkowski i Stanisław Wielgus przeprowadzili zabiegi ochrony roślin w Państwowych Gospodarstwach Rolnych (PGR) na Opolszczyźnie. Bardzo zadowalające wyniki, które uzyskano przy użyciu śmigłowca w trudnym pod względem rzeźby terenie, otworzyły perspektywę zastosowania śmigłowca *Mi-2* w wersji rolniczej również w kraju. Szybki wzrost zamówień na tego rodzaju prace spowodował potrzebę utworzenia w WSK-Świdnik Wydziału Usług Agrolotniczych, który świadczy usługi na rzecz krajowych odbiorców i na eksport. Niektóre PGR zakupiły śmigłowce na własność. Śmigłowiec Mi-2 w wersji rolniczej został również użyty do ratowania Puszczy Jodłowej w Świętokrzyskim Parku Narodowym, zagrożonej przez szkodniki.

Wersja transportowa. Śmigłowiec *Mi-2* w wersji transportowej może przewozić ładunek o masie całkowitej do 700 kg. Do ładowania i wyładowywania ładunków z kabiny służy dźwig o napędzie elektrycznym i nośności 120 kg. W czasie lotu wysięgnik dźwigu ustawiony jest wzdłuż kadłuba. Do transportu ładunku na zewnątrz śmigłowca o masie do 800 kg służą urządzenia podwieszane do uchwytów rozmieszczonych na kadłubie przy goleni przedniej i goleniach głównych. Normalne odczepienie ładunku przeprowadza się z kabiny pilota przez naciśnięcie przycisku na dźwigni ogólnego skoku i mocy, natomiast odczepienie awaryjne — przez naciśnięcie przycisku na drążku sterowania. W lotach szkolnych śmigłowiec jest dodatkowo wyposażony w fotel instruktora, umieszczony z prawej strony fotela ucznia, instalację tlenową, barwne filtry świetlne i okulary ucznia. Instalacja tlenowa używana jest do lotów na wysokościach wymagających dotlenienia ucznia i instruktora. Każdy z członków załogi ma oddzielną instalację tlenową. Do treningu w pilotażu według przyrządów (bez widoczności ziemi) stosuje się barwne filtry świetlne ograniczające widoczność ucznia tylko do wnętrza kabiny. W tym celu na przedzie szyby kabiny pilota zakłada się filtry pomarańczowe, uczeń zaś zakłada okulary z filtrem niebieskim. Taki układ filtrów powoduje, że uczeń ma zapewnioną dobrą widoczność tylko przyrządów wewnątrz kabiny, natomiast instruktor dobrze widzi przestrzeń poza śmigłowcem, ponieważ filtr pomarańczowy jest przeźroczysty dla wzroku ludzkiego.

Wersja sanitarna. Na śmigłowcu *Mi-2* w wersji sanitarnej można przewozić 2 chorych w pozycji leżącej i 2 na specjalnych fotelach. Nosze wstawia się do kabiny przez tylne drzwi i ustawia jedne nad drugimi z prawej strony kabiny. Okna kabiny zasłania się firankami. Lekarz porozumiewa się z pilotem za pomocą telefonu pokładowego. Specjaliści służby zdrowia Wojska Polskiego opracowali reanimacyjną wersję śmigłowca *Mi-2* wyposażoną w specjalną wersję śmigłowca ną, służącą do ratowania chorych w szczególnie trudnych przypadkach.

Wersja fotogrametryczna. Do prac fotogrametrycznych śmigłowiec *Mi-2* wyposaża się w specjalną aparaturę, którą stanowią: — lotniczy aparat fotograficzny zabudowany w tylnej części kabiny bagażowej ponad specjalnym otworem wyposażonym w klapy sterowane przez pilota:
— celownik nawigacyjny współpracujący z apa-

ratem fotograficznym umiejscowionym w otworze przedniej części podłogi kabiny pilota;
— czujnik światłomierza rozmieszczony w tylnej części kabiny bagażowej.

Na prawych drzwiach kabiny pilota zabudowana jest kopułka nawigacyjna z urządzeniem celowniczym, pozwalającym określić kąt znoszenia śmigłowca. W tylnej części kabiny bagażowej znajduje się fotel operatora aparatury. Śmigłowiec w tej wersji wyposaża się w środki łączności wewnętrznej między członkami załogi.

Wersja telewizyjna. Stosowana jest do transmitowania obrazów z wielkich imprez sportowych, np. Wyścigu Pokoju. Może być również używana przy różnego rodzaju akcjach ratunkowych, np. przy powodzi, gdzie niezbędna jest obserwacja dużego obszaru w krótkim czasie w celu szybkiej oceny zaistniałej sytuacji. Podstawowym wyposażeniem śmigłowca telewizyjnego jest kamera telewizyjna, zamocowana na specjalnym wsporniku po zewnętrznej stronie prawych przednich drzwi. Nadajniki kamery znajdują się w kabinie pasażerskiej, natomiast antena nadawcza zamocowana jest do kratownicy podwozia głównego.

Wersja uzbrojona. W ostatnich latach uzbrojono w kilku krajach śmigłowce wielozadaniowe przystosowując je do zadań bojowych. Tego rodzaju prace prowadzono również w Polsce. W wyniku tych prac powstała wersja bojowa śmigłowca *Mi-2* z różnymi rodzajami uzbrojenia. W jednym z wariantów śmigłowiec uzbrojony jest w dwa karabiny maszynowe oraz dwa zasobniki niekierowanych pocisków rakietowych, umieszczonych po obu stronach kadłuba. Inny zestaw uzbrojenia składa się z czterech przeciwpancernych kierowanych pocisków rakietowych, po dwa z każdej strony kadłuba. Pociski te znajdują się na specjalnych prowadnicach, które nadają im kierunek lotu w chwili odpalenia. Do odpalania pocisków i naprowadzania ich na cel służy specjalny zestaw urządzeń i instalacji. Oprócz tych pocisków śmigłowiec wyposażono w karabin maszynowy, umieszczony w tylnym oknie po wymontowaniu szyby. Uzbrojony śmigłowiec stanowi groźną broń, przeznaczoną do zwalczania różnych celów naziemnych, w tym również czołgów. Użycie uzbrojonych śmigłowców *Mi-2* podczas ćwiczeń pokazywano niejednokrotnie w magazynie wojskowym telewizji. Wśród państw Układu Warszawskiego Polska odegrała pionierską rolę w opracowaniu koncepcji uzbrojenia lekkiego śmigłowca szturmowego, którego zadania spełnia właśnie śmigłowiec *Mi-2*.

Za prace nad uzbrojeniem śmigłowca zespołom pracowników WSK-Świdnik i zakładów współpracujących przyznano kilkakrotnie nagrody Ministra Obrony Narodowej w dziedzinie nauki i techniki.

Śmigłowce *Mi-2* używane są w Związku Radzieckim, NRD, Bułgarii, Czechosłowacji, Jugosławii, na Węgrzech i w Iraku. Będą one produkowane jeszcze przez kilka lat, spełniając wymagania różnych odbiorców.

We wrześniu 1979 r. odbyła się w WSK PZL — Świdnik podniosła uroczystość, w związku z wyprodukowaniem 3000-nego śmigłowca *Mi-2*. Był to śmigłowiec w wersji rolniczej.

PODSTAWOWE DANE TECHNICZNO-TAKTYCZNE ŚMIGŁOWCA Mi-2

Średnica wirnika nośnego	14,5 m
Długość łopat wirnika nośnego	3,0 m
Liczba łopat wirnika nośnego	3
Płaszczyzna zakreślona przez wirnik nośny	165 m²
Zarys łopaty	prostokątny
Średnica śmigła ogonowego	2,7 m
Liczba łopat śmigła ogonowego	2
Długość śmigłowca z obracającym się wirnikiem nośnym i śmigłem ogonowym	17,42 m
Długość śmigłowca bez łopat	11,94 m
Szerokość śmigłowca bez łopat	3,25 m
Wysokość śmigłowca bez śmigła ogonowego	3,75 m
Płaszczyzna statecznika	0,70 m²

Osiągi

Maksymalna prędkość lotu śmigłowca przy ziemi wg przyrządów:
— w wersji pasażerskiej, transportowo-sanitarnej i do przebazowania (ze zbiornikami dodatkowymi) 210 km/h
— w wersji rolniczej 155 km/h

Przelotowa prędkość lotu wg przyrządów:
— w wersji pasażerskiej, transportowo-sanitarnej i do przebazowania 190 km/h

Minimalna prędkość lotu przy ziemi 0 km/h

Maksymalna wysokość lotu 4000 m

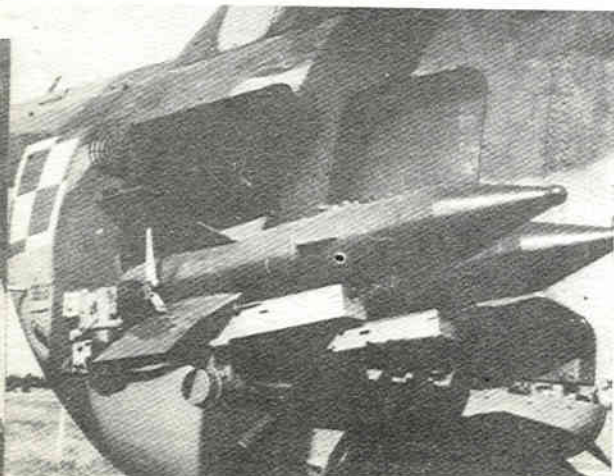
Czas wznoszenia na nominalnym zakresie pracy silników przy normalnej masie startowej w wersji pasażerskiej i transportowo-sanitarnej na wysokość 1000 m wynosi 5,5 min.

Praktyczny zasięg (z 30-minutowym zapasem paliwa) na wysokości 500 m wynosi:
— w wersji pasażerskiej
z 6 pasażerami 270 km
z 8 pasażerami 160 km
— w wersji przebazowania 580 km

Praktyczny zasięg lotu (z 5% zapasem paliwa) na wysokości 500 m — w wersji transportowo-sanitarnej z ładunkiem 700 kg wynosi 276 km.

Długotrwałość lotu przy wykonywaniu prac rolniczych (z 5% zapasem paliwa) wynosi:
— przy opylaniu 50 min
— przy opryskiwaniu 40 min

Śmigłowiec *Mi-2* uzbrojony w przeciwpancerne kierowane pociski rakietowe (fot. WAF)



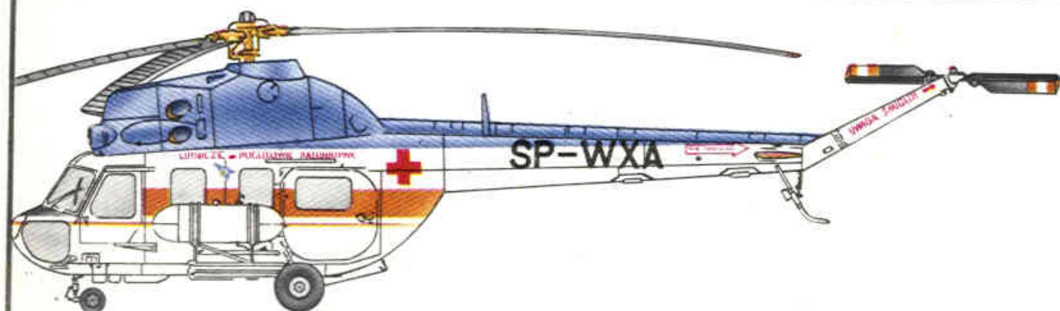
Śmigłowiec *Mi-2* uzbrojony w szybkostrzelny karabin maszynowy oraz zasobnik niekierowanych pocisków rakietowych (u dołu z lewej strony kadłuba) (fot. WAF)

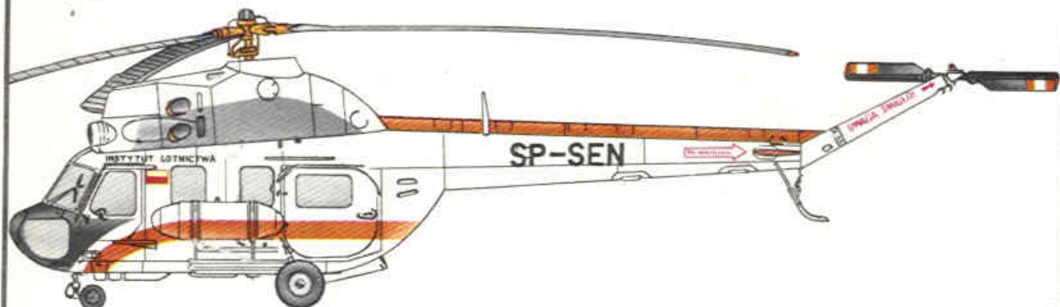


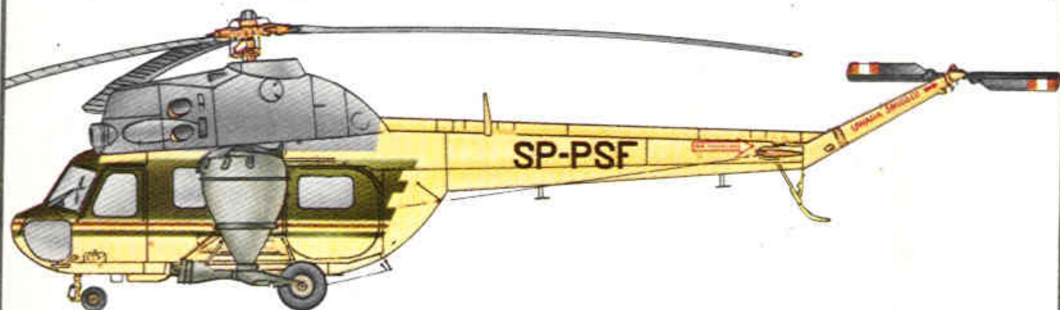
DANE TECHNICZNE RÓŻNYCH WERSJI ŚMIGŁOWCA *Mi-2*

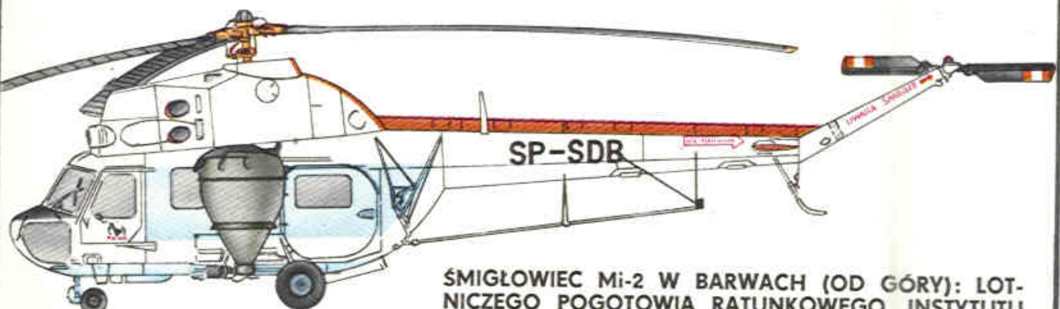
L. p.	Masy i zasięg	WERSJE									
		Pasażerska			Transportowo-sanitarna				Do przebazowania	Rolnicza**	
		z pojedynczym sterowaniem		z podwójnym sterowaniem	z pojedynczym sterowaniem			z podwójnym sterowaniem*			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Masa ładunku lub liczba pasażerów	6 pasażerów	8 pasażerów	z ładunkiem 430 kg	z ładunkiem 700 kg	8 pasażerów	4 chorych + lekarz	z ładunkiem 440 kg	z ładunkiem 200 kg	z opylaniem chemikaliami 700 kg	z opryskiwaniem chemikaliami 700 kg
2	Masa podstawowej części pustego śmigłowca [kg]	2365	2365	2424	2365	2365	2365	2424	2365	2367	2367
3	Masa wyposażenia danej wersji [kg]	30	30	25	—	23	38	—	28	186	222
4	Masa pustego śmigłowca danej wersji [kg]	2395	2395	2449	2365	2388	2403	2424	2393	2553	2589
5	Pełne obciążenie [kg] w tym:	1124	1155	1101	1185	1162	1044	1126	1157	997	961
	a) piloci	80	80	160	90	90	90	180	90	80	80
	b) olej	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
	c) paliwo:	465	316	465	366	233	465	465	835	178	142
	— w zbiorniku głównym	465	316	465	366	233	465	465	465	178	142
	— w zbiornikach dodat.	—	—	—	—	—	—	—	370	—	88
	d) ładunek użyteczny [kg] w tym:	540	720	437	700	800	450	442	193	700	700
	— pasażerowie (po 75 kg) wersja desantowa	450	600	—	—	800	—	—	—	—	—
	— bagaż, chemikalia lub ładunek	90	120	347	700	—	—	442	193	700	700
	— chorzy na noszach (po 90 kg)	—	—	—	—	—	360	—	—	—	—
	— lekarz	—	—	—	—	—	90	—	—	—	—
6	Normalna masa startowa [kg]	3519	3550	3550	3550	3550	3447	3550	3550	3550	3550
7	Zasięg [km] lub czas lotu [min.]	270	160	—	270	170	355	—	580	50 min	40 min
8	Zapas paliwa do lotu	30 min	30 min	30 min	5%	5%	5%	5%	30 min	5%	5%

* Oblatana 25 III 1968 r.
** Oblatana 20 VI 1968 r.









ŚMIGŁOWIEC Mi-2 W BARWACH (OD GÓRY): LOTNICZEGO POGOTOWIA RATUNKOWEGO, INSTYTUTU LOTNICTWA, W WERSJI ROLNICZEJ OPYLAJĄCEJ I W WERSJI ROLNICZEJ OPRYSKUJĄCEJ

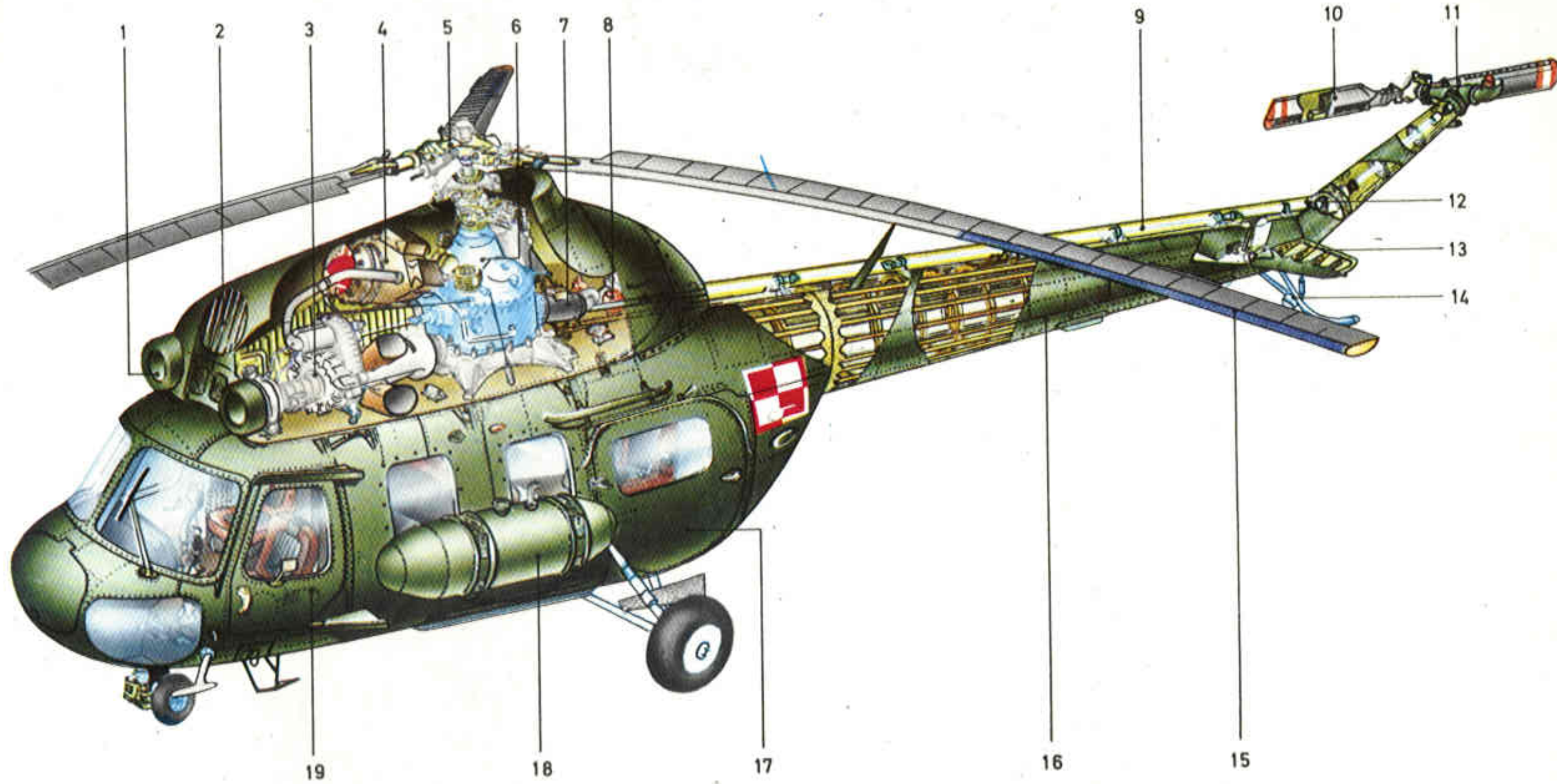
OSTATNIO UKAZAŁY SIĘ:

54. Samolot myśliwsko-szturmowy *Su-7*, **55. Samolot myśliwski Hurricane, 56. Samochód pancerny wz. 34, 57. Samolot myśliwski** *Ła-7*, **58. Samolot myśliwski** *Spitfire*, **59. Okręt desantowy średni (ODS).**

UKAŻĄ SIĘ:

Kuter torpedowy *G-5*, **Samolot myśliwski** *MiG-3*, **Stawiacz min** *Gryf*, **Samolot bombowy** *SB*.

zł 10,–



PRZEKRÓJ ŚMIGŁOWCA *Mi-2*:
1 – WLOT POWIETRZA DO SILNIKA, *2* **– WLOT POWIETRZA DO TURBOSPRĘŻARKI,** *3* **– SILNIK TURBINOWY,** *4* **– TURBOSPRĘŻARKA,** *5* **– GŁOWICA WIRNIKA NOŚNEGO,** *6* **– PRZEKŁADNIA GŁÓWNA,** *7* **– PRĄDNICA,** *8* **– BUTLA INSTALACJI PRZECIWPOŻAROWEJ,** *9* **– WAŁ NAPĘDOWY ŚMIGŁA OGONOWEGO,** *10* **– ŚMIGŁO OGONOWE,** *11* **– PRZEKŁADNIA ŚMIGŁA OGONOWEGO,** *12* **– PRZEKŁADNIA POŚREDNIA,** *13* **– STATECZNIK,** *14* **– PŁOZA OGONOWA,** *15* **– ŁOPATA WIRNIKA NOŚNEGO,** *16* **– BELKA OGONOWA,** *17* **– DRZWI KABINY PASAŻERSKIEJ,** *18* **– DODATKOWY ZBIORNIK PALIWA,** *19* **– DRZWI KABINY PILOTA.**